

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN COLZAS "DOBLE CERO" DE PRIMAVERA (*Brassica napus L.ssp.oleifera*(Metz)Sinsk f.annua)

NILDA C. PASCALE⁽¹⁾, PILAR VILARIÑO⁽¹⁾, NORA GÓMEZ⁽¹⁾,
LILIANA WINDAUER⁽¹⁾, SUSANA DELFINO⁽²⁾ (*ex aequo.*)

Recibido: 24/02/93

Aceptado: 28/06/93

RESUMEN

En Buenos Aires (lat.34°37'S, long. 58°20'W, alt.25m s.n.m.) se llevaron a cabo experimentos a campo durante las campañas agrícolas 1988, 1989 y 1990, con las colzas "doble cero" de primavera ICIOLA 41, Topas y Westar, para comprobar cómo elaboran el rendimiento. En el momento de la cosecha se midió altura (H), número de ramificaciones totales (Ro+Rn), número de silículas en el tallo principal (NSRo), número de silículas en las ramificaciones (NSRn), número promedio de silículas por planta (S tot), número promedio de semillas en las silículas (NSS), peso de mil semillas (P1000) y rendimiento de las parcelas. Se observó que, en cada campaña, existen diferencias significativas en cada fecha de siembra entre las variables analizadas en los tres cultivares y que existe interacción genotipo-ambiente para los componentes estudiados (salvo para NSRo), la altura y el rendimiento.

Palabras claves: Componentes del rendimiento, colzas de primavera "00"

YIELD COMPONENTS IN "00"SPRING RAPESEED (*Brassica napus L ssp. oleifera* (Metz) Sinsk f. annual)

SUMMARY

Spring rapeseed (*Brassica napus L.*) ICIOLA 41, Topas and Westar were observed in the field during 1988, 1989 and 1990 to evaluate yield components. At harvest, height, number of items, number of pods per plant, average number of seeds in pods, weight of 1000 seeds and yield per plot were recorded. Significant differences between variables in the cultivars in each time of sowing were found. There existed genotype- environment interaction for all yield components (except for number of pods on principal stem), the height and final yield.

Key words: Yield components, "00" Spring rapeseed

⁽¹⁾Cátedra de Cultivos Industriales. ⁽²⁾Cátedra de Estadística de la Facultad de Agronomía de la U.B.A., Av. San Martín 4453 (1417), Buenos Aires.

INTRODUCCION

La difusión del cultivo de la colza "doble cero" en la Argentina se halla actualmente en su etapa inicial, basándose principalmente en el uso de cultivares introducidos de otros países y tecnologías no del todo experimentadas en los distintos ambientes de las zonas climáticamente aptas para su cultivo.

Como en otros cultivos, la etapa siguiente a la expansión geográfica será la de la creación de cultivares en el país y por lo tanto, se considera de importancia toda información referida al comportamiento del material genético disponible frente al medio ambiente argentino.

Según Arnoud (1989) los principales componentes del rendimiento en colza son: número de plantas/hectárea, número promedio de silículas/planta, número medio de granos/silícula, peso medio de 1000 granos y su porcentaje de aceite y proteína. Triboi-Blondel (1988) al trabajar con colzas de invierno hizo una discriminación más detallada de los componentes del rendimiento de ese tipo de cultivares (número de ramificaciones secundarias, número de silículas en el tallo principal y en las ramificaciones secundarias, número de silículas totales, número de granos totales, peso de las silículas y peso de los granos).

En la práctica, se comprueba que dentro de un mismo cultivar existe gran variabilidad en los rendimientos (de un lote a otro y de un año a otro). Esto se explica por la gran influencia del ambiente y la densidad sobre la expresión de los componentes y por la existencia de compensaciones dentro de la planta (Thurling, 1974; Campbell *et al*, 1978; Clark *et al*, 1978; Mendham *et al*, 1981; Scarisbrick *et al*, 1981; Merrien, 1988; Arnaud, 1989; Chay *et al*, 1989). A su vez, Triboi-Blondel (1988) asegura que si bien las colzas de invierno tienen rendimientos similares, difieren en la forma en que lo elaboran. Así los cultivares Jet Neuf y Darmor aunque de distinta precocidad, tienen un comportamiento similar: pocas ramas y pocas silículas por rama y por unidad de superficie, pero sus silículas son grandes y contienen semillas grandes. Por el contrario, Bienvenue forma muchas ramas con semillas y

silículas pequeñas. Estos resultados muestran lo difícil que resulta definir las características ideales de las colzas de invierno cuando se realiza su mejoramiento. Sin embargo, sugieren la posibilidad de adaptar las técnicas culturales según el cultivar usado y el componente que se desea exaltar.

El objetivo de este trabajo es verificar si también existen las diferencias señaladas precedentemente entre los cultivares de colza primaverales utilizados en la Argentina, respecto de su forma de elaborar el rendimiento, en distintas fechas de siembra.

MATERIALES Y METODOS

Durante las campañas 1988, 1989 y 1990 se condujeron ensayos en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (lat. 34° 37', long. 58° 20', alt. 25 m s.n.m.) con un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. En la primera campaña se realizó sólo una fecha de siembra (10/6), en la segunda y tercera, dos fechas (12/6/89 y 2/8/89 y 11/6/90 y 13/7/90).

Se usó material genético original de Westar (variedad), ICIOLA 41 (híbrido) y Topas (variedad). Las fechas de siembra del mes de junio corresponden a siembras consideradas intermedias para la zona por no disponer en la segunda quincena de mayo, época óptima, del material genético original.

Las parcelas tenían 6 m², con 6 surcos de 5 m de largo distanciados 0,20 m. El suelo es un argiudol vértico con problemas de drenaje y previo a la siembra se efectuó una fertilización con fosfato diamónico a razón de 50 kg/ha.

La siembra se realizó a chorrillo y en el estado de 2-3 hojas, se realizó un raleo para lograr una densidad de 40 plantas/m lineal. Se realizaron observaciones fenológicas según la escala propuesta por CETIOM-INRA (Arnaud, 1989). En el momento de la cosecha se eligieron 10 plantas al azar en cada parcela de cada cultivar y se midió: altura (H), número de ramificaciones totales (Ro+Rn), número de silículas en el tallo principal (NSRo), número de silículas de las ramificaciones (NSRs), número medio de silículas por planta (S tot), número medio de semillas en las silículas (NSS) y peso de 1000 semillas (P 1000). Para la medición de NSS se extrajeron aleatoriamente 10 silículas de cada ramificación y de encontrarse menos, se

extraían todas las presentes. Luego, se contaron las semillas por silícula y se calcularon los promedios correspondientes.

El rendimiento por parcela se calculó sobre 2,40 m² cosechando los tres surcos centrales y desechando los 0,50 m de las cabeceras.

En cada año, se utilizó la técnica de Análisis de Varianzas para determinar si existían diferencias entre los materiales genéticos para cada componente del rendimiento. Cada época de siembra se analizó separadamente

$$Y_{ij} = \mu_i + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Y_{ij} : observación de algún componente del rendimiento en la parcela i y el bloque j .

μ_i : promedio general de la parcela

α_i : efecto debido al material genético, $i = 1...3$

β_j : efecto bloque, $j = 1...4$

e_{ij} : error aleatorio de la parcela i y el bloque j

e_{ij} : error aleatorio de la parcela i y el bloque j

Luego de realizar la prueba de "Homogeneidad de errores" de Stevenson se utilizó la técnica de experimentos repetidos para analizar globalmente el efecto de la interacción de los materiales genéticos con la repetición de las épocas de siembra. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las condiciones meteorológicas durante las tres campañas se presentan en las **figuras 1 y 2**. Las temperaturas medias en los tres años fueron similares a las medias históricas de la zona, aunque algo superiores desde julio a diciembre. Las precipitaciones de las tres campañas desde mayo a octubre, fueron inferiores a la media histórica salvo en 1989 en que la intensidad de las lluvias retrasó las fechas de siembra y acarrió problemas de encharcamiento y de pérdidas de plantas. Sin embargo, en los meses de noviembre y diciembre de todos los años, las precipitaciones se acercaron a los valores normales o los excedieron.

Los cultivares utilizados difirieron en su preco-

cidad, la que pareció estar definida por la duración de la fenofase 7 hojas (B7)-primeras flores (F1) (**Cuadro N° 1**). En los años en que se realizaron dos fechas de siembra, en todos los cultivares se notó un acortamiento del ciclo total, una aceleración del desarrollo y una disminución de los rendimientos, como lo hallado por Thurling (1974). Se considera que la colza es una especie de días largos cuantitativos (King *et al*, 1986) y ese acortamiento sería el resultado del efecto diferencial de la temperatura y el fotoperíodo sobre el desarrollo en los tres materiales.

En los **cuadros N° 2 y 3** figuran las alturas promedio y los componentes del rendimiento registrados en los tres cultivares en las distintas fechas de siembra y años, así como los niveles de significancia de las diferencias.

La elaboración del rendimiento presentó características diferenciales en los tres cultivares.

En las primeras fechas de siembra, el cultivar tardío Topas, alcanzó la mayor altura, el mayor número de ramificaciones (en forma similar a ICIOLA 41), el menor número de silículas en el tallo principal y un bajo número de semillas en Ro. Sin embargo, presentó un alto número de silículas en las ramificaciones, igual que ICIOLA 41. Sin embargo, el peso de las semillas fue bajo, similar al del híbrido y menor que en Westar.

El cultivar Westar, de ciclo intermedio entre los otros dos cultivares, en la mayoría de los años, presentó escasa altura (similar a la del híbrido), pocas ramificaciones totales, valores intermedios en el número de silículas en Ro y escaso número de semillas por silícula (similar a Topas), mientras el peso de las mil semillas fue el mayor dentro de los tres cultivares. Esto podría evidenciar la existencia de compensaciones internas entre los componentes, como fue mencionado por Thurling (1974), Rode (1988) y Merrien *et al*, (1988). El híbrido ICIOLA 41, el más precoz de todos los cultivares, tuvo en general una altura similar a Westar, mayor número de ramificaciones que esa variedad (en algunas fechas sin diferencias respecto de Topas) y los valores más altos en número de silículas y semillas por silícula. Presentó mayor número de silículas en las Rs que Westar pero valores similares

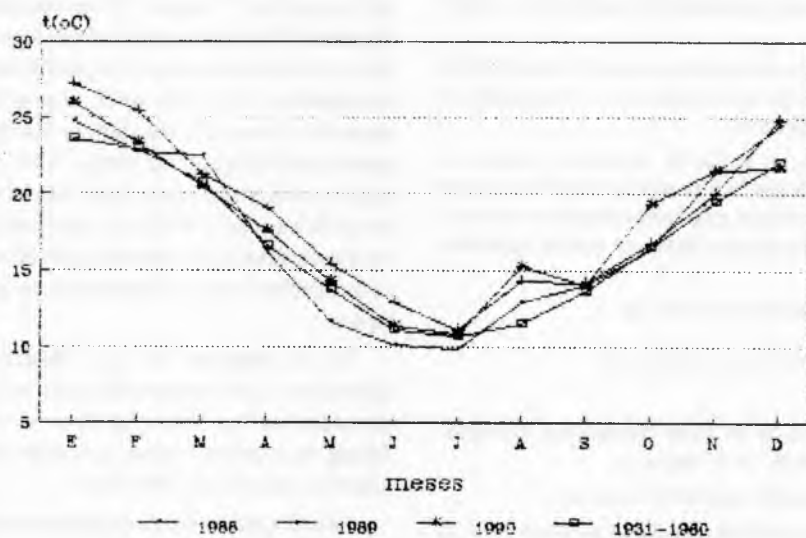


Figura 1: Temperaturas medias mensuales y normales

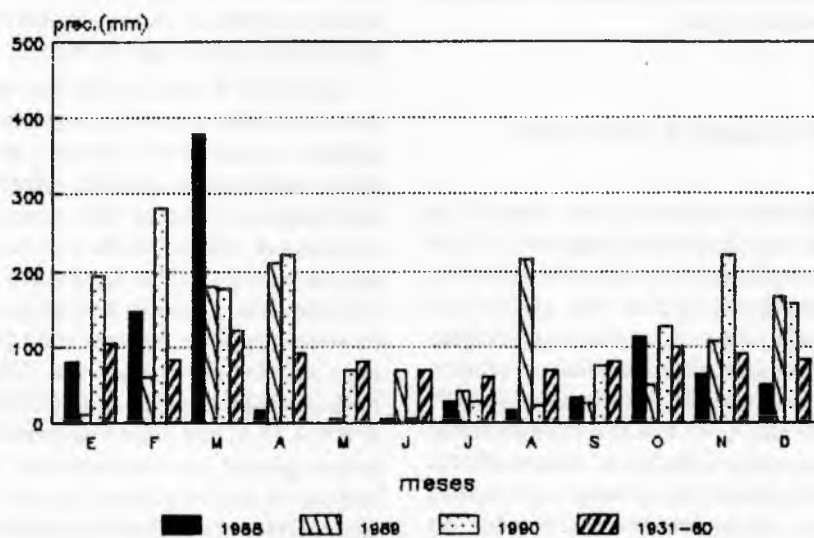


Figura 2: Precipitaciones medias mensuales y normales

Cuadro N° 1: Fotoperíodos a la emergencia, longitud en días (d) de los subperíodos, temperaturas medias (t) (°C) durante los mismos y ciclos totales de los cultivares en los tres años de ensayo.

ICIOLA 41													
Fechas	Fot.	S-A		A-B ₇		B ₇ -F ₁		F ₁ -G ₁		G ₁ -G ₅		A-G ₅	
		d	t	d	t	d	t	d	t	d	t	d	t
10/06/88	10:51	12	12	36	10	11	13	9	13	48	16	116	13
12/06/89	10:50	20	13	37	12	14	19	10	13	37	16	118	13
02/08/89	11:26	13	16	30	14	14	15	8	16	39	20	104	16
11/06/90	10:51	23	11	34	12	14	10	9	14	42	17	122	13
13/07/90	10:58	18	9	34	15	10	13	6	14	34	19	102	14
WESTAR													
Fechas	Fot.	S-A		A-B ₇		B ₇ -F ₁		F ₁ -G ₁		G ₁ -G ₅		A-G ₅	
		d	t	d	t	d	t	d	t	d	t	d	t
10/06/88	10:51	23	14	37	10	39	13	8	14	50	14	157	13
12/06/89	10:50	20	13	35	12	38	14	17	14	41	17	141	14
02/08/89	11:26	13	16	30	14	34	15	5	20	36	19	118	15
11/06/90	10:51	23	11	37	12	31	16	10	13	44	18	145	12
13/07/90	10:58	18	9	39	15	21	15	7	20	36	19	121	16
TOPAS													
Fechas	Fot.	S-A		A-B ₇		B ₇ -F ₁		F ₁ -G ₁		G ₁ -G ₅		A-G ₅	
		d	t	d	t	d	t	d	t	d	t	d	t
10/06/88	10:51	14	14	40	10	54	13	9	16	43	16	160	14
12/06/89	10:50	20	11	39	12	41	14	10	15	33	17	143	14
02/08/89	11:26	13	16	32	14	41	16	10	18	29	21	125	17
11/06/90	10:51	23	11	39	12	44	14	9	19	34	19	149	15
13/07/90	10:58	22	9	42	12	38	16	16	20	25	22	143	16

S:Siembra., A: emergencia, B₇: 7 hojas, F₁: primeras flores, G₁: primeros frutos, G₅: algunos granos coloreados (madurez fisiológica). Fot. (hs:min): duración del día más dos crepúsculos civiles.

a Topas. Sin embargo, el peso de mil semillas fue menor que en Westar. A pesar de su ciclo menor, ICIOLA 41 manifestó características atribuidas a los híbridos (mayor número promedio de silículas totales y mayor número promedio de semillas por silículas) (Arnaud, 1988) y, posiblemente, por compensaciones internas producidas entre los componentes del rendimiento, superó o igualó, en todos los casos, los rendimientos de Topas.

En las segundas fechas de siembra de los años 1989 y 1990, en general, se mantuvo la misma tendencia que en las primeras fechas pero con valores más bajos en todos los componentes. Tal como lo señalara Mendham *et al*, (1988) para colzas de invierno, el acortamiento de las fases vegetativas que se produce al retrasar las fechas de siembra posiblemente determinó la producción de un menor número de hojas primarias lo que habría determinado un menor número de ramas y de silículas. (**Cuadros N° 2 y 3**).

En el año 1990, se realizó un análisis de variancia combinado para experimentos repetidos, considerando a la segunda fecha de siembra como repetición del ensayo. De esta manera se pudieron detectar diferencias significativas ($P < 0,05$) para la interacción materiales-fechas de siembra para todos los componentes del rendimiento (salvo para NSRo) y la altura.

Con el objeto de analizar el comportamiento diferencial según los años, en cada fecha de siembra se graficaron los promedios de los cultivares para cada año, para observar si las tendencias de los dos factores (año-cultivar) sugerían ser paralelas (efectos aditivos) ó se cruzaban (efectos interactivos). Las **figuras 3, 4, 5 y 6** grafican los valores promedios de las variables NST y NSS para cada material en los distintos años considerados y para cada una de las fechas de siembra, ya que estos dos componentes son considerados claves por algunos autores como Merrien *et al*, (1988). Para el caso de NST, tanto en la primera fecha (**Fig.3**) como para la segunda (**Fig.5**) surge que los promedios del híbrido disminuyen (en los años 1989 y 1990) y esa disminución demuestra un efecto multiplicativo entre las variedades y los años ensayados. En las **figuras 4 y 6** esta tendencia interactiva es más fácil de visualizar ya que las variedades se

Cuadro N° 2: Alturas, componentes del rendimiento y rendimientos de los tres cultivares en la campaña 1988. (*)

VARIABLE	CULTIVAR	1a. FECHA	
altura promedio	ICIOLA 41	79,2	*
	Topas	80,4	* (cm)
	Westar	71,8	*
Ro+Rn (número promedio)	ICIOLA 41	1,9	*
	Topas	2,0	*
	Westar	25,0	*
NSRo (número promedio)	ICIOLA 41	29,5	*
	Topas	21,6	*
	Westar	25,0	*
NSRn (número promedio)	ICIOLA 41	16,4	*
	Topas	24,0	*
	Westar	9,4	*
S tot (número promedio)	ICIOLA 41	45,9	*
	Topas	45,6	*
	Westar	34,4	*
NSRn (número promedio)	ICIOLA 41	16,4	*
	Topas	24,0	*
	Westar	9,4	*
Peso mil (g)	ICIOLA 41	3,9	*
	Topas	3,3	*
	Westar	4,2	*
Rend./parc. (g)	ICIOLA 41	527,0	*
	Topas	607,8	*
	Westar	481,1	*

(*) Símbolos alineados indican que no existen diferencias significativas en los materiales considerados.

comportan diferente en cada año. Se observó, además, que el híbrido fué el material más perjudicado por el retraso de la fecha de siembra (años 1989 y 1990).

Las variaciones halladas en los cultivares en la elaboración del rendimiento, en los distintos ambientes sugiere la necesidad de estudiar los factores del ambiente argentino y los factores internos de las colzas de primavera que gobiernan la determinación del rendimiento así como la distinta sensibilidad de esos materiales frente a los factores exter-

Cuadro N° 3: Alturas, componentes del rendimiento y rendimientos de los tres cultivares en la campaña 1989 y 1990.(*)

VARIABLE	CULTIVAR	1989		1990	
		1a. FECHA	2a. FECHA	1a. FECHA	2a. FECHA
altura promedio (cm)	ICIOLA 41	132,0 *	92,2 *	85,6 *	71,4 *
	Topas	136,1 *	116,1 *	94,3 *	89,4 *
	Westar	137,9 *	113,9 *	83,9 *	81,4 *
Ro+Rn	ICIOLA 41	4,3 *	4,2 *	2,2 *	1,5 *
	Topas	1,4 *	1,6 *	2,4 *	2,3 *
	Westar	3,2 *	3,3 *	0,8 *	1,7 *
NSRo	ICIOLA 41	43,6 *	31,6 *	30,2 *	23,0 *
	Topas	50,1 *	35,3 *	24,0 *	16,7 *
	Westar	48,1 *	36,1 *	27,7 *	20,3 *
NSRn	ICIOLA 41	58,7 *	56,9 *	34,4 *	23,7 *
	Topas	19,3 *	20,6 *	35,8 *	28,6 *
	Westar	31,7 *	24,9 *	7,2 *	19,3 *
S tot	ICIOLA 41	103,1 *	88,5 *	64,7 *	46,7 *
	Topas	69,4 *	55,6 *	59,8 *	45,4 *
	Westar	79,9 *	60,6 *	34,4 *	39,6 *
NSS	ICIOLA 41	26,0 *	26,6 *	36,0 *	26,9 *
	Topas	19,3 *	19,4 *	22,7 *	20,1 *
	Westar	21,8 *	23,5 *	16,2 *	19,2 *
peso mil (g)	ICIOLA 41	2,9 *	2,8 *	3,5 *	3,6 *
	Topas	2,4 *	2,8 *	3,7 *	2,8 *
	Westar	3,2 *	3,2 *	4,1 *	3,7 *
Rend/par (g)	ICIOLA 41	507,0 *	264,2 *	773,8 *	296,0 *
	Topas	300,0 *	230,5 *	513,5 *	336,3 *
	Westar	383,4 *	288,0 *	257,6 *	147,1 *

(*) Nota al pie del Cuadro N° 2.

nos. Ya que los componentes del rendimiento final son el resultado de una serie de sucesos relacionados con el crecimiento y el desarrollo sería interesante investigar cómo y cuándo se generan en cada uno de los cultivares aquí analizados. Sus ciclos diferentes sugieren distintos momentos en que exploran el ambiente y más allá de la conformación genética que les es propia, determinarían distintas situaciones para los momentos en que se fijan los componentes.

CONCLUSIONES

Del análisis precedente, se desprende que:

-los tres cultivares estudiados elaboraron su rendimiento de manera distinta y en todos los casos se puso de manifiesto el efecto compensatorio de los componentes.

-el atraso de la fecha de siembra produjo un acortamiento de las fases de desarrollo y una dismi-

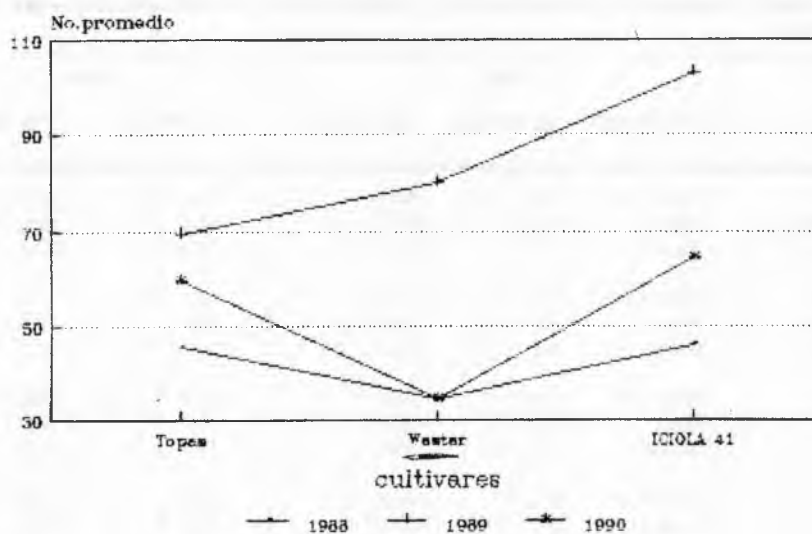


Figura 3: Silicuas totales formadas en primeras épocas de siembra

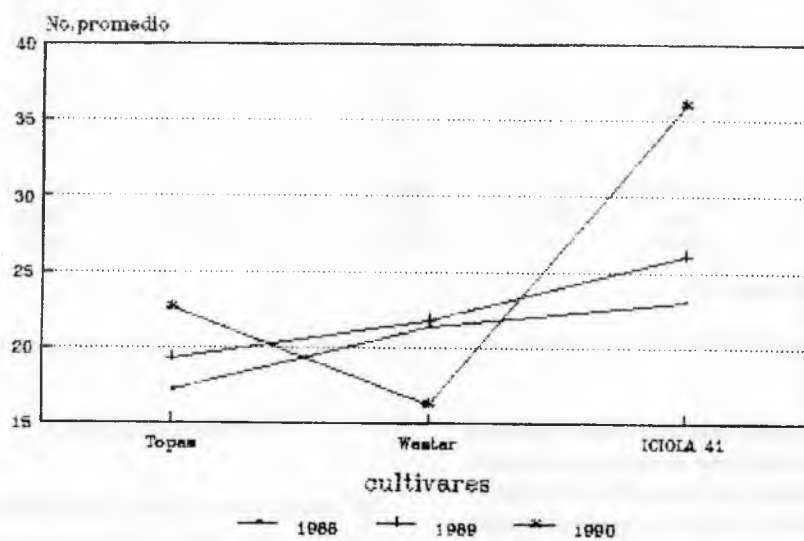


Figura 4: Semillas formadas en las silicuas en primeras épocas de siembra

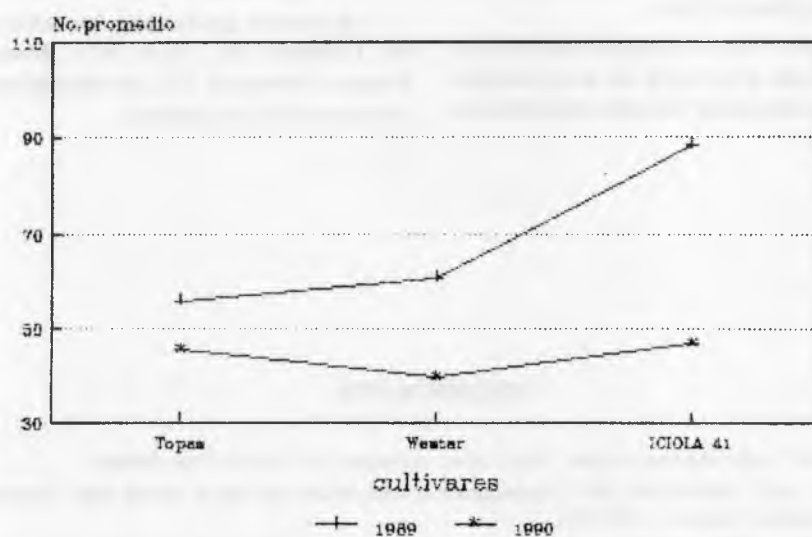


Figura 5: Silicuas totales formadas en fechas tardías de siembra

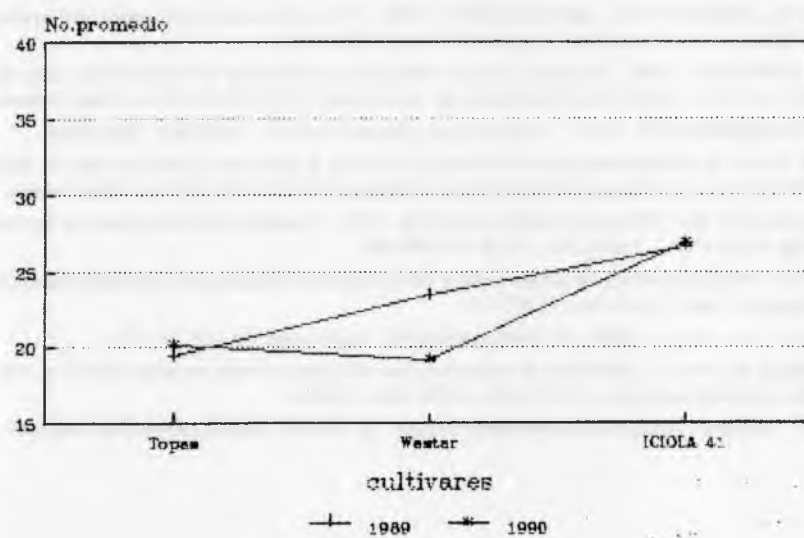


Figura 6: Semillas formadas en las silicuas en fechas tardías de siembra

nución significativa de los componentes del rendimiento y del rendimiento final.

-en la campaña 1990, se comprobó interacción genotipo- ambiente para todos los componentes del rendimiento, salvo para el número de silículas en el tallo principal.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a los señores Balerdi, M., Calderón, M., López, M.F., Montes, S.R. y Pinasco Guelvenzú, D.E. por su colaboración en la conducción de los ensayos.

BIBLIOGRAFIA

- ARNAUD, F. 1989. "Colza: sélection, variétés". 28 p. *Cahier technique*, C.E.T.I.O.M. Paris, Francia
- BOUTTIER, C.; D.G. MORGAN. 1991. "Determination of seed number per pod in oilseed rape". *Proceedings Eight International Rapeseed Congress*, 2: 601-606.
- CALZADA BENZA, L. 1970. "Métodos estadísticos para la investigación". p.489-512. 3r. edic. Edit. Jurídica S.A. Lima, Perú.
- CAMPBELL, D.C. and Z.P. KONDRA. 1978. "Relationships among growth patterns, yield components and yield of rapeseed". *Can.J. Plant Sci.* 58: 87-93.
- CLARKE, J.M. AND M. SIMPSON. 1978. "Growth analysis of Brassica napus cv. Tower". *Can.J. Plant Sci.*, 58: 587-595.
- KING, J.R. and Z.P. KONDRA. 1986. "Photoperiod response of spring oilseed rape (*Brassica napus* L. and *B. campestris* L.). *Field Crops Research*, 13: 367-373.
- MENDHAM N.J.; P.A. SHIPWAY P.A. and R.K. SCOTT. 1981. "The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape". *J. Agric. Sci. Camb.*, 96: 389- 416.
- MERRIEN, A. et A. POUZET. 1988. "Principaux facteurs limitant les rendements du colza d'hiver dans les conditions françaises", p.16-19. en *Colza: physiologie et élaboration du rendements*. C.E.T.I.O.M.-I.N.R.A. Paris, Francia.
- NETTER, J. and WASSERMAN, W., 1985. "Applied lineal Statistical models". Irwin Edit., 2nd. edition.
- RODE, J.C. 1988. "Etude de quelques aspects de la crissance du colza de printemps en relation avec le déplacement des assimilats", p.78-90 en *Colza: physiologie et élaboration du rendements*. C.E.T.I.O.M.-I.N.R.A. Paris, Francia.
- SCARISBRICK, D.H.; R.W. DANIELS and MARY ALCOCK. 1981. "The effects of sowing date on the yield and yield components of spring oil-seed rape". *J. agric. Sci., Camb.* 97: 189-195.
- THURLING, N. 1974. "Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*Brassica campestris* and *napus*). I. Growth and morphological characters". *Aust. J. Agric. Res.*, 25: 697-710.
- ————. 1974. II. Yield components". *Aust. J. Agric. Res.* 25: 711-721.
- TRIBOI-BLONDEL, A.M. 1988. "L'élaboration du rendement chez différentes variétés de colza d'hiver". p. 130-133. *Colza: physiologie et élaboration du rendements*. C.E.T.I.O.M.- INRA Paris, Francia.
- WINER, B.J. 1971. "Statistical principles in experimental design". p. 390-394. Second edition. Edit. McGraw Hill.